

石垣市民ラボレポート No.1

NaIガンマ線スペクトロメーターにおけるPb214、Bi214影響除去の試み

2012. 06. 10作成、06. 21補足

石垣市民ラボ

石垣市民ラボにおける放射能測定

- * 5月7日、ベルトールド社製LB2045ガンマ線スペクトロメーターを設置
- * 以後100サンプルを超える試験測定で経験蓄積中
- * 7月から市民の依頼による食品測定サービスを予定
- * これまでのところ、茶葉を除き、石垣市内で売られている食品からは放射性セシウムは不検出
- * 「I131」や「Cs137のみ」の検出など奇妙な結果に出会う

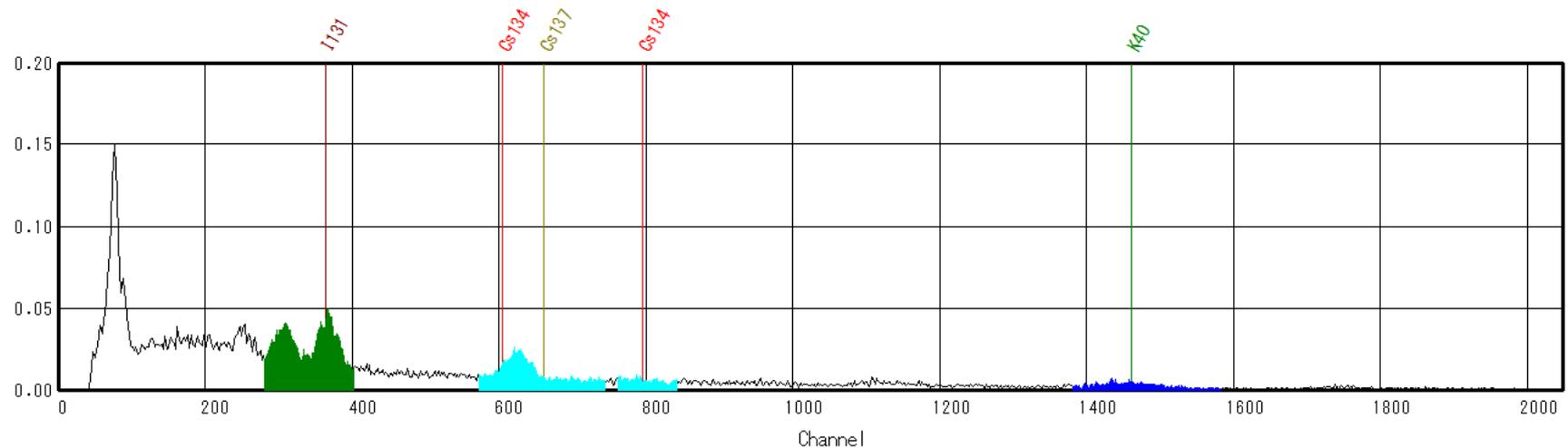
「奇妙なピーク」の例1

ユーザー名 : 本堂裕司
コメント : 白菜 (茨城産)
重量 : 0.185 (Kg)
測定日 : 2012/05/21 18:43:00
測定時間 : 3600 (秒)
バックグラウンド測定日 : 2012/05/19 09:17:
測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bq)	測定値±誤差 (Bq/Kg)	検出限界 (Bq/Kg)	バック (CPS)	設定範囲
I131	364	0.61	15.39±2.69	83.08±14.53	7.35	0.55	280 - 400
Cs134	796,802	0.01	N.D.	N.D.	7.81	0.13	572 - 742 760 - 840
Cs137	662	0.32	15.28±3.15	82.50±16.99	8.27	0.38	572 - 742
K40	1461	0.02	N.D.	N.D.	136.13	0.16	1380 - 1580

Cs134+Cs137 82.50 Bq/Kg



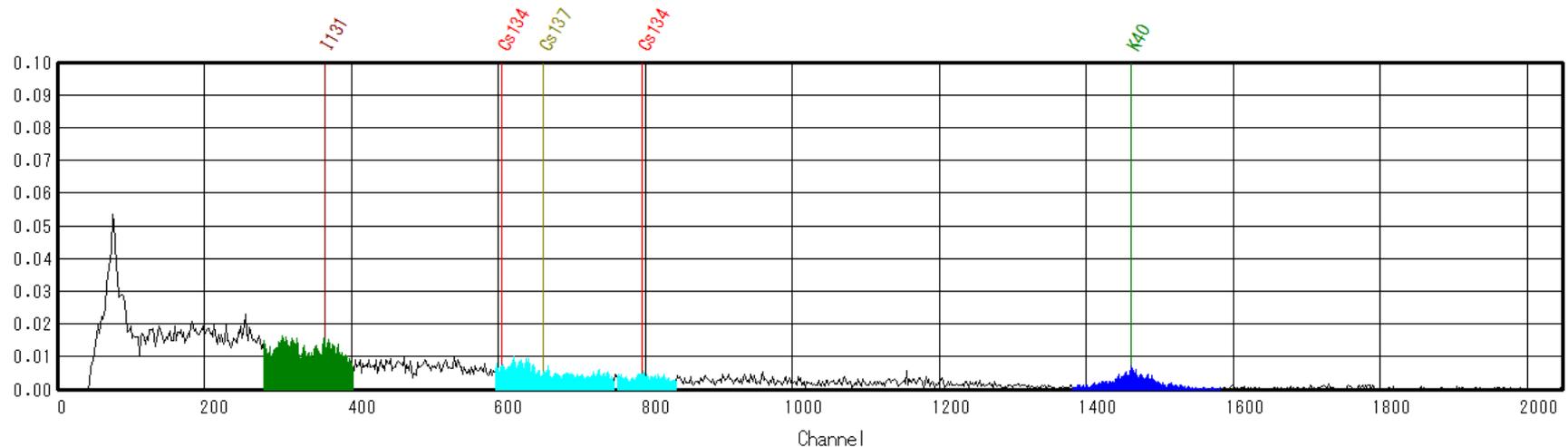
「奇妙なピーク」の例2

ユーザー名 : 大浜 廉
コメント : さば水煮_八戸工場
重量 : 0.378 (Kg)
測定日 : 2012/05/24 15:00:10
測定時間 : 3600 (秒)
バックグラウンド測定日 : 2012/05/19 09:17:
測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bq)	測定値±誤差 (Bq/Kg)	検出限界 (Bq/Kg)	バック (CPS)	設定範囲
I131	364	0.05	N.D.	N.D.	3.60	0.55	280 - 400
Cs134	796,802	N.D.	N.D.	N.D.	3.83	0.13	594 - 756 760 - 840
Cs137	662	0.04	2.09±1.77	5.54±4.88	3.89	0.34	594 - 756
K40	1461	0.04	31.16±12.07	82.55±31.97	66.79	0.16	1380 - 1580

Cs134+Cs137 5.54 Bq/Kg



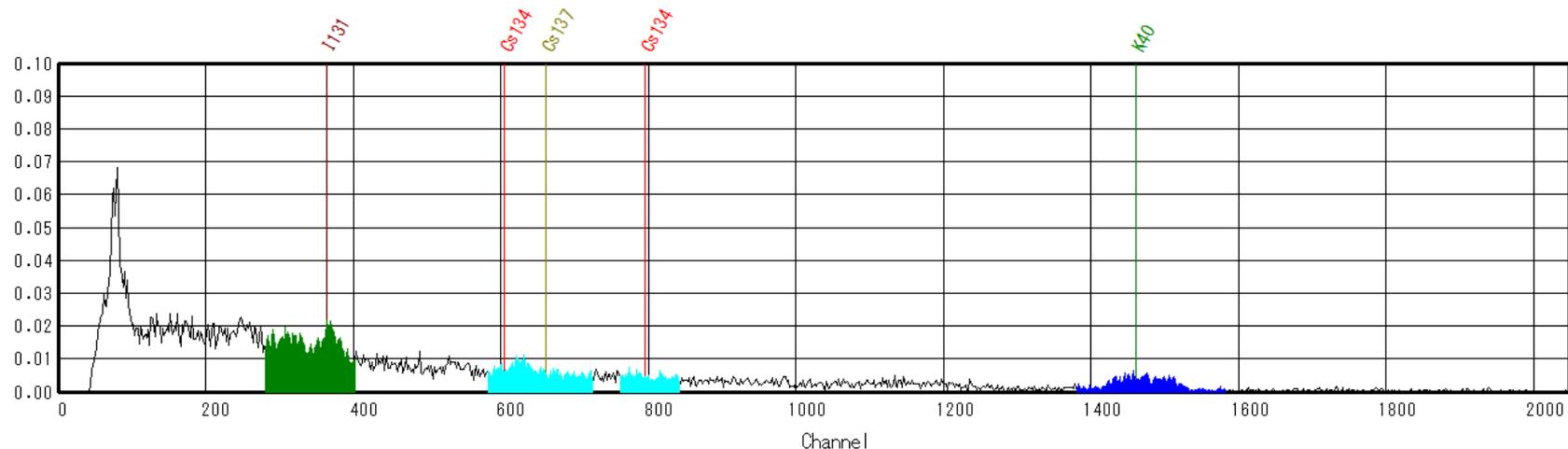
「奇妙なピーク」の例3

ユーザー名 : 安倍
コメント : キッコーマン特選丸大豆しょうゆ750ml
重量 : 0.320 (Kg)
測定日 : 2012/05/30 21:52:55
測定時間 : 3601 (秒)
バックグラウンド測定日 : 2012/05/28 03:41:
測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

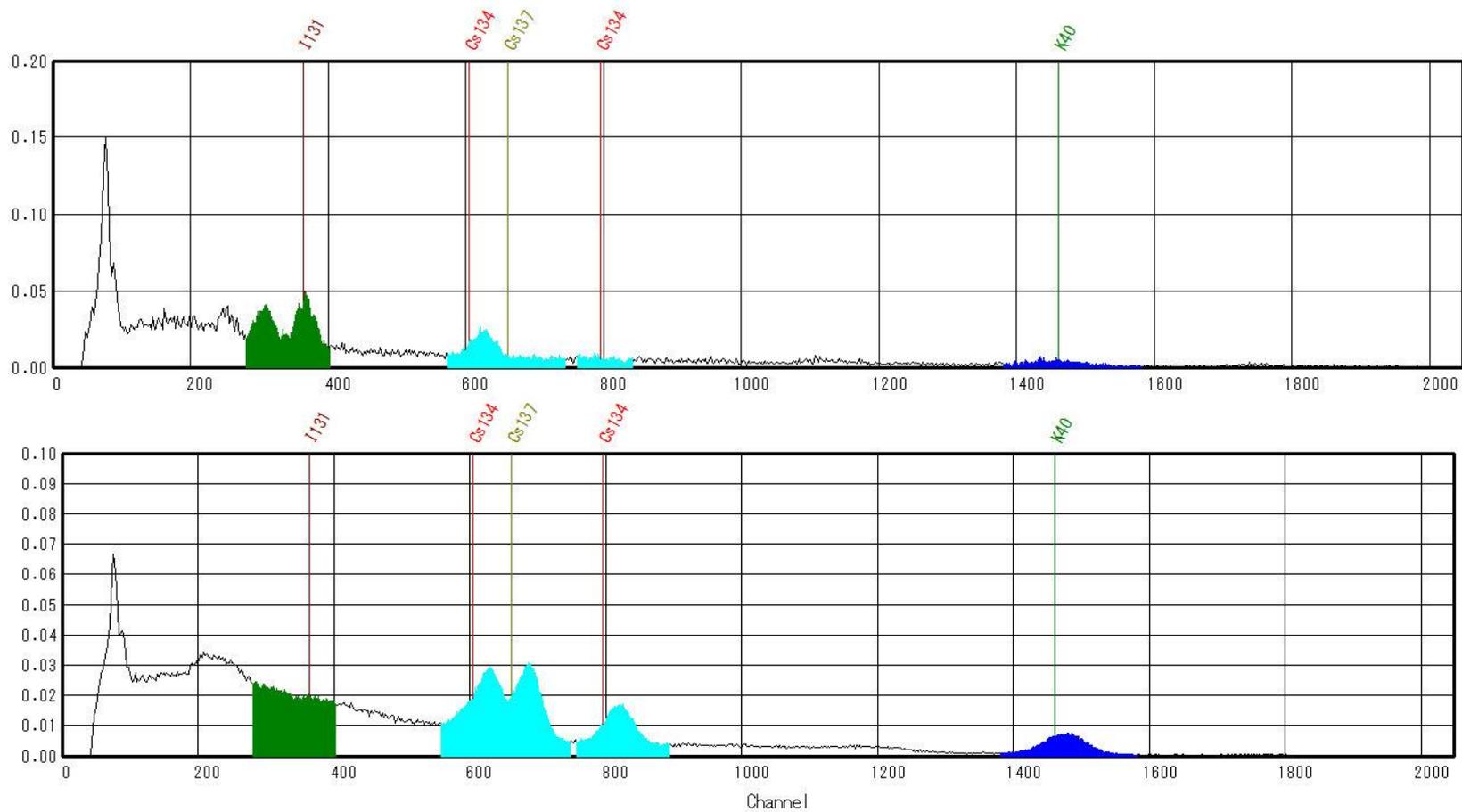
核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bq)	測定値±誤差 (Bq/Kg)	検出限界 (Bq/Kg)	バック (CPS)	設定範囲
I131	364	0.10	2.58±1.40	8.07±4.37	4.24	0.55	280 - 400
Cs134	796,802	0.02	N.D.	N.D.	4.51	0.13	582 - 722 760 - 840
Cs137	662	0.03	1.46±1.28	4.57±4.00	4.38	0.31	582 - 722
K40	1461	0.05	43.50±14.41	135.94±45.04	79.08	0.16	1380 - 1580

Cs134+Cs137 4.57 Bq/Kg

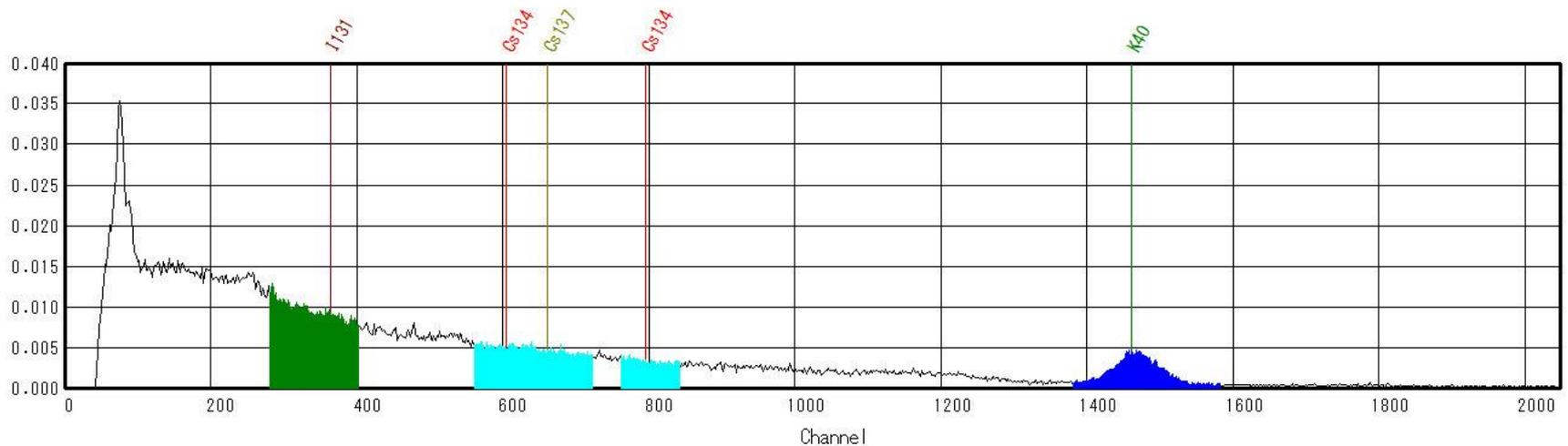
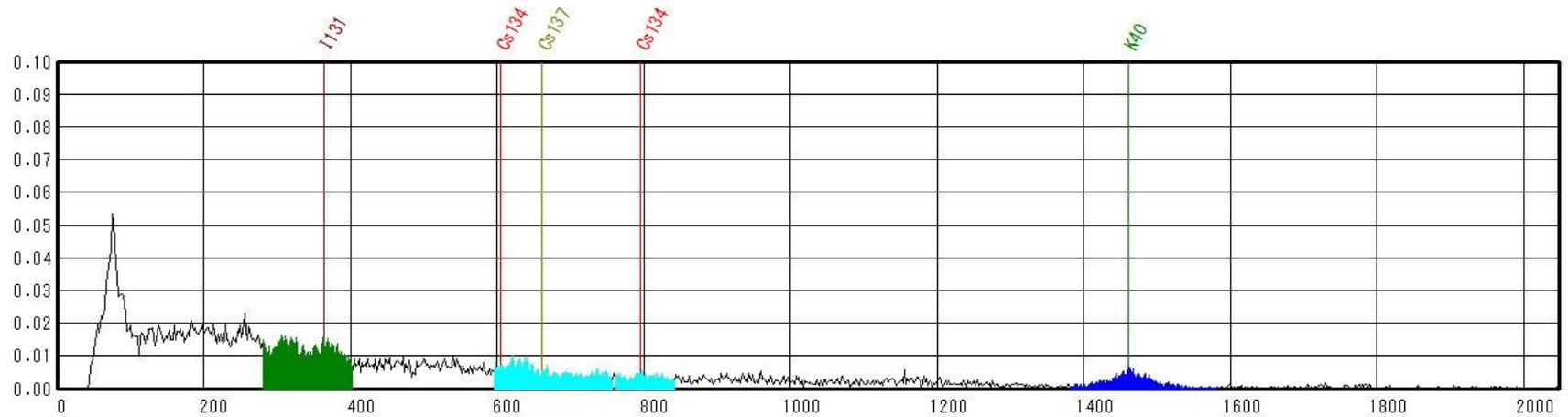


セシウム137のピークではない

上:「奇妙なピーク」、下:「静岡産緑茶」



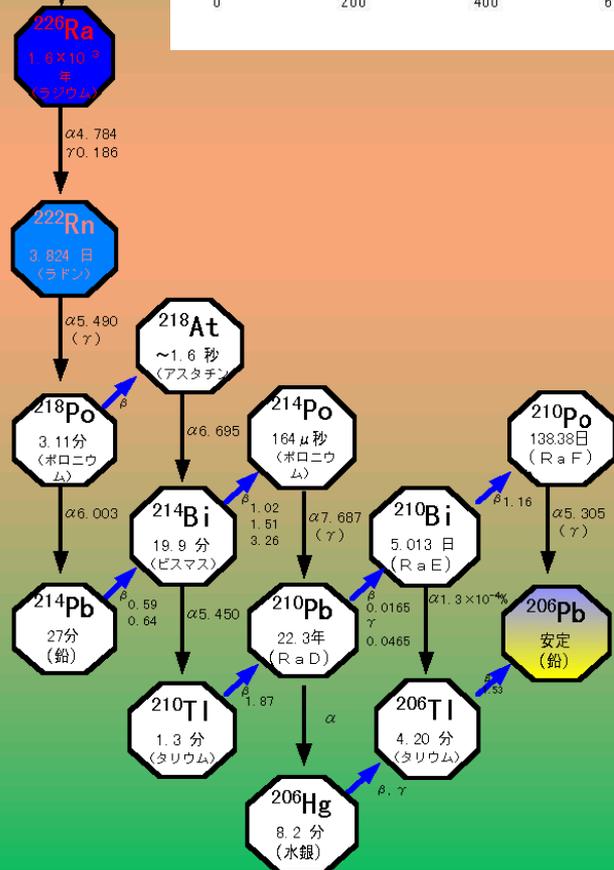
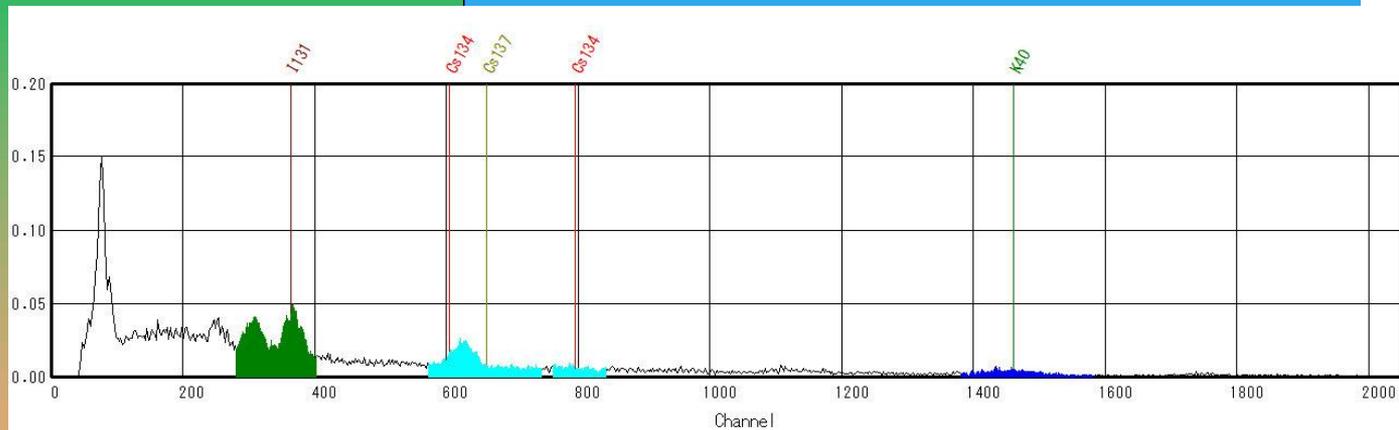
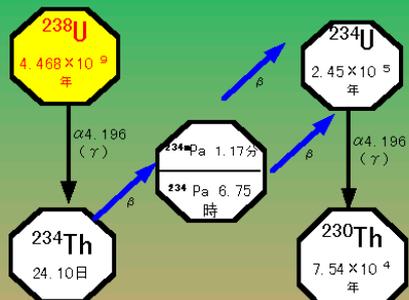
積分時間が長いと消える さば水煮 上:1時間、下:12時間



鉛とビスマスの放射性同位体

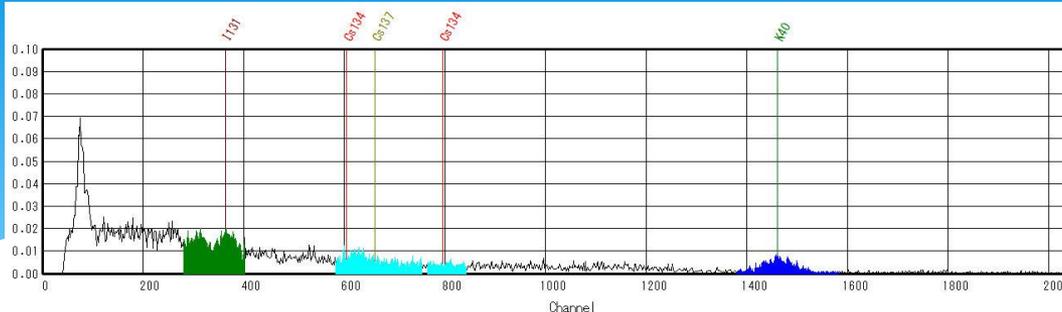
- * Web上では、ヨウ素とセシウムの放射能測定を邪魔するものとして鉛²¹⁴、ビスマス²¹⁴について多くの報告がある。エネルギースペクトル上でのピーク位置からすると、これらである可能性が強い。
- * ウラン崩壊系列で、気体のラドン²²²を親核種とする半減期数十分の固体核種。ガンマ線を出す。
- * 降雨との相関が強い(例えば日本分析センターの資料 www.jcac.or.jp/lib/senryo_lib/nodo.pdf)。

ウラン系列 (4n+2系列)

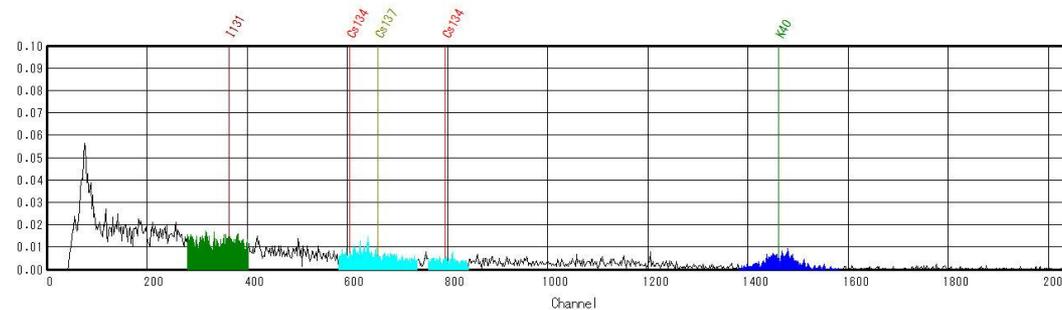


	エネルギー	割合	半減期
Pb214	295keV	19%	26.8分
Pb214	352keV	36%	26.8分
I131	364keV	82%	8.05日
Bi214	609keV	47%	19.7分
Cs134	605keV	98%	2.06年
Cs137	662keV	85%	30年

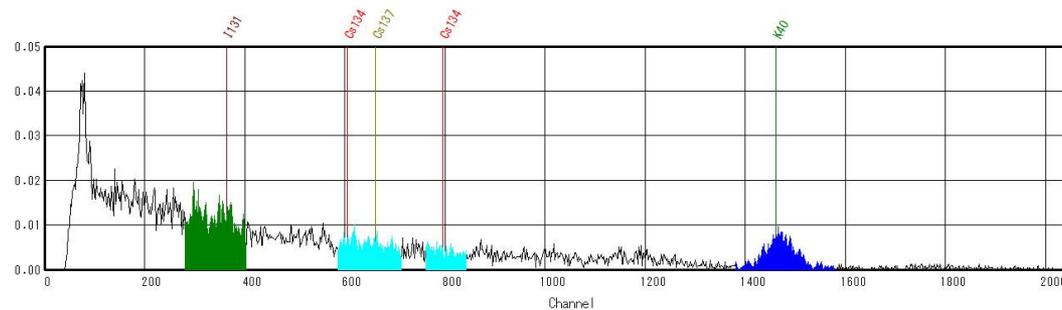
鉛容器に入れたまま連続測定 「奇妙なピーク」が消えていく。



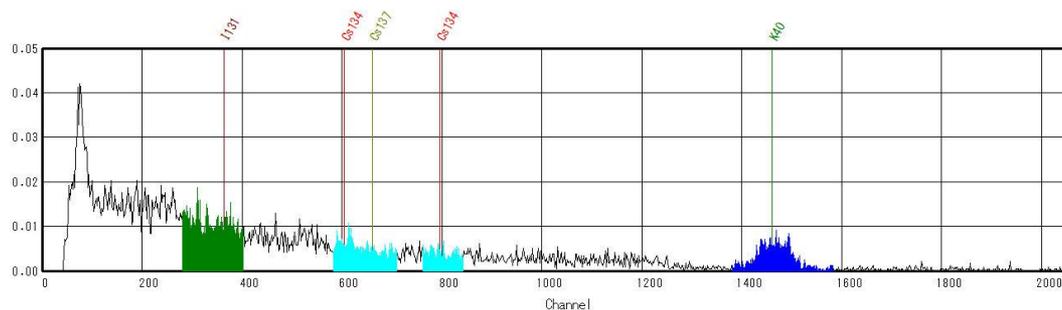
1回目 40分間
“I131” 18 Bq/kg
“Cs137” 30 Bq/kg



2回目 30分間
“I131” N.D.
“Cs137” 26 Bq/kg



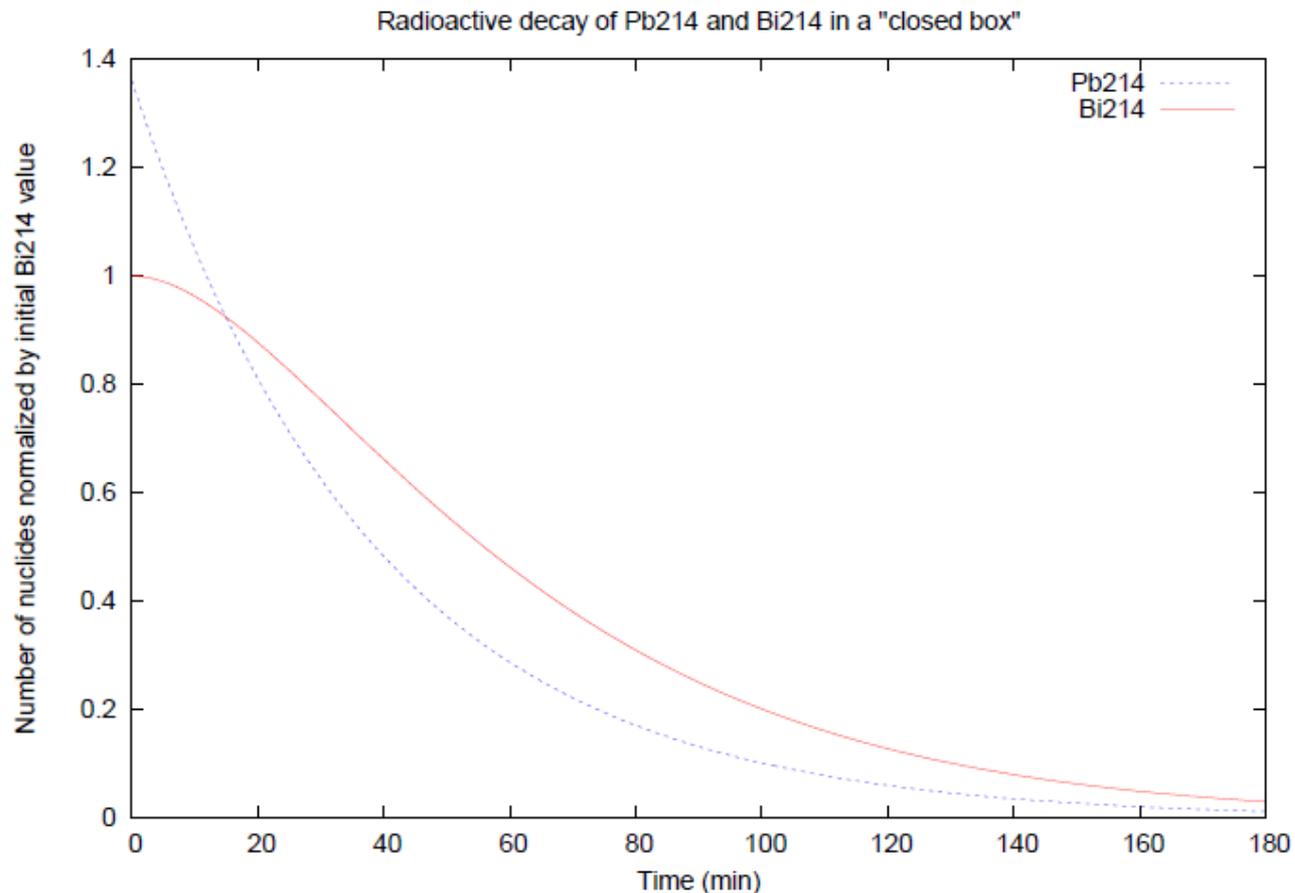
3回目 40分間
“I131” N.D.
“Cs137” 13 Bq/kg



4回目 40分間
“I131” N.D.
“Cs137” N.D.

密閉容器の中でのPb214、Bi214の放射性崩壊

- Bi214はPb214の崩壊のみで生じる、初期の存在量比は「永年平衡」で決まっている、容器内には親核種はいない、と仮定すれば、下の図のようになるはず。鉛は40分で消え、ビスマスは1時間後も残った測定結果は、このモデルと整合的。



もっと良い方法はないか？

- * 鉛容器に入れたまま1～2時間放置した後に、測定を開始すれば、Pb214、Bi214の影響は取れそう。
- * しかし、それでは、測定器時間がもったいない(1時間計測に2～3時間かかる)。
- * ビーカーに試料をつめてラップと輪ゴムでふたをして2時間程度放置した後に、鉛容器に入れて測定するとどうなるか？

「ラップでふた」実験1

ふたをしない状態で1時間測定

「奇妙なピーク」が見えている。

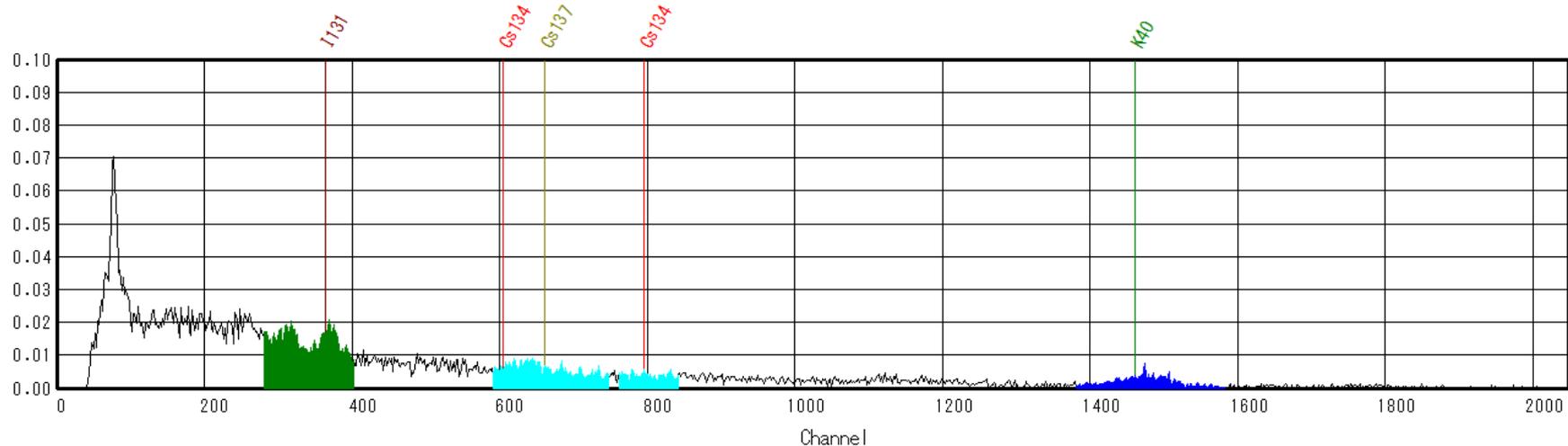
ユーザー名 : 笹尾
コメント : 長野県産こしひかり、ラップでふたをしないもの
重量 : 0.389 (Kg)
測定日 : 2012/06/04 11:02:51
測定時間 : 3600 (秒)
バックグラウンド測定日 : 2012/06/02 22:26:

測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bq)	測定値±誤差 (Bq/Kg)	検出限界 (Bq/Kg)	バック (CPS)	設定範囲
I131	384	0.10	2.46±1.38	6.32±3.56	3.49	0.55	280 - 400
Cs134	796,802	N.D.	N.D.	N.D.	3.73	0.13	590 - 746 760 - 840
Cs137	662	0.07	3.48±1.89	8.95±4.34	3.74	0.34	590 - 746
K40	1461	0.02	N.D.	N.D.	65.35	0.16	1380 - 1580

Cs134+Cs137 8.95 Bq/Kg



「ラップでふた」実験2

ふたをして2時間放置後に1時間測定

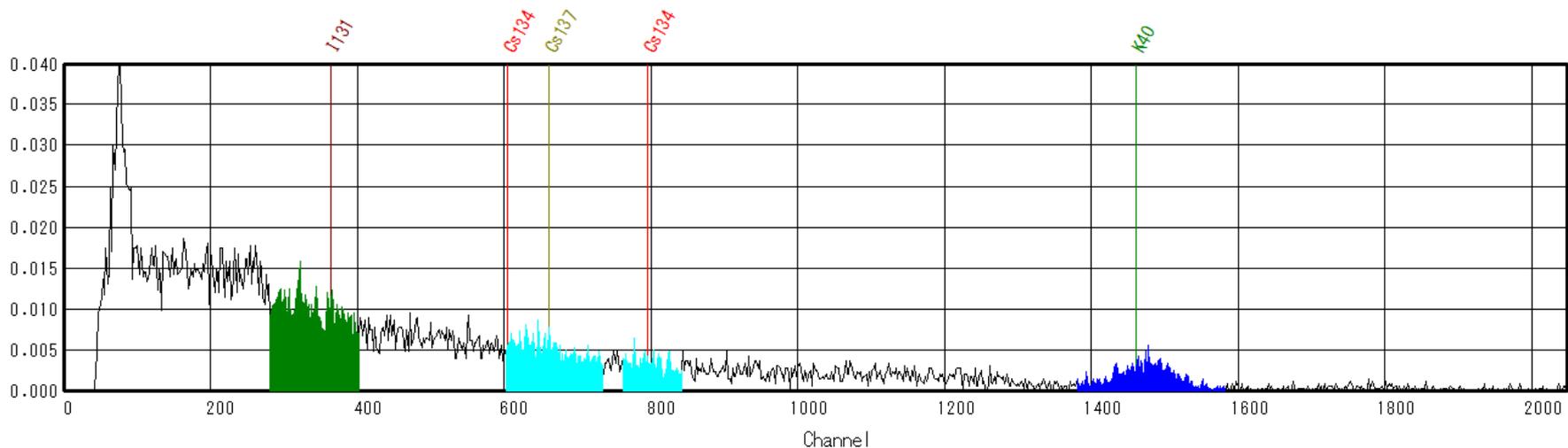
「奇妙なピーク」が消えた！（縦軸のスケールに注意）。

ユーザー名 : 笹尾
コメント : 長野県産こしひかり金芽米ラップをかけ2時間冷蔵庫に置いたもの
重量 : 0.386 (Kg)
測定日 : 2012/06/04 13:15:42
測定時間 : 3601 (秒)
バックグラウンド測定日 : 2012/06/02 22:26:
測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bg)	測定値±誤差 (Bg/Kg)	検出限界 (Bg/Kg)	バック (CPS)	設定範囲
I131	364	N.D.	N.D.	N.D.	3.51	0.55	280 - 400
Cs134	796,802	0.00	N.D.	N.D.	3.76	0.13	602 - 732 780 - 840
Cs137	662	0.02	N.D.	N.D.	3.47	0.28	602 - 732
K40	1461	0.01	N.D.	N.D.	85.76	0.16	1380 - 1580

Cs134+Cs137 N.D.



「ラップでふた」実験3

ふたを外して10分後から1時間測定

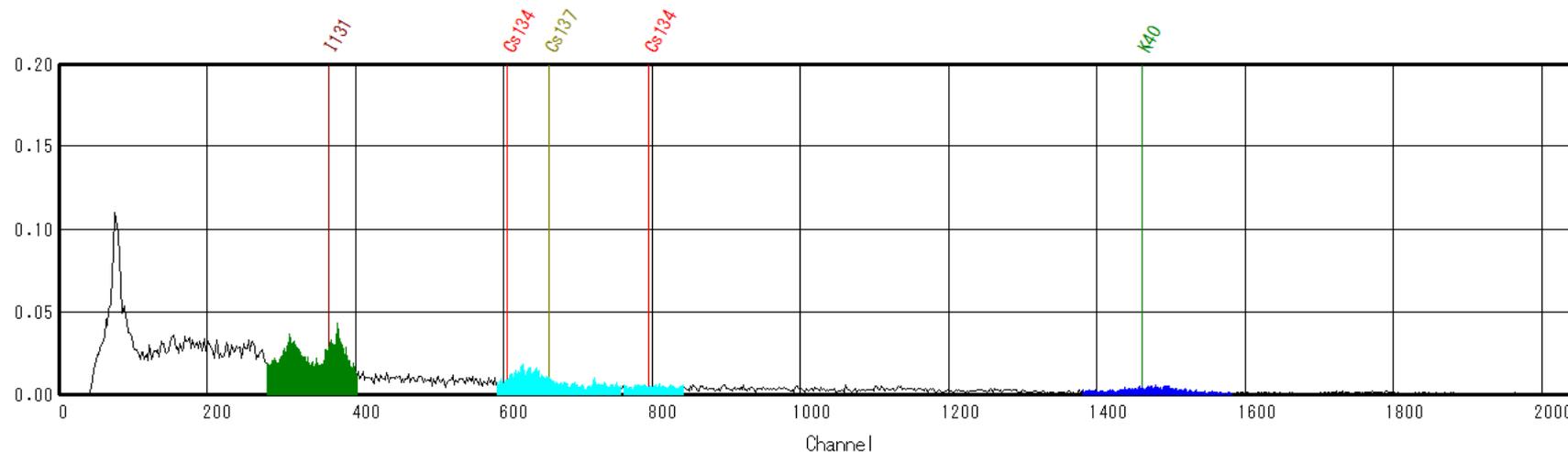
また現れた！

ユーザー名 : 笹尾
コメント : 長野県産こしひかり金芽米ラップを取りポリ袋をあけ10分間さらしたものの
重量 : 0.386 (Kg)
測定日 : 2012/06/04 14:31:41
測定時間 : 3601 (秒)
バックグラウンド測定日 : 2012/06/02 22:26:
測定結果

測定機器 : Berthold Technologies 社製 LB2045

核種名	エネルギー (KeV)	測定値 (CPS)	測定値±誤差 (Bq)	測定値±誤差 (Bq/Kg)	検出限界 (Bq/Kg)	バック (CPS)	設定範囲
I131	364	0.37	9.47±2.14	24.53±5.55	3.51	0.55	280 - 400
Cs134	796,802	N.D.	N.D.	N.D.	3.76	0.13	590 - 756 760 - 840
Cs137	662	0.19	9.20±2.57	23.84±6.67	3.86	0.35	590 - 756
K40	1461	0.04	33.74±14.15	87.41±36.86	65.76	0.16	1380 - 1580

Cs134+Cs137 23.84 Bq/Kg



まとめと考察

- * スペクトル分解能が低いNaIガンマ線スペクトロメーターでも、試料を鉛容器に入れたまま、あるいは試料のビーカーにラップと輪ゴムでふたをしたまま、1～2時間放置してから測定すれば、Pb214とBi214の影響を有意に減らすことができる。この半月間は、原則「ラップでふた」方式で計測しているが、「奇妙なピーク」は全く検出されていない。
- * これは、半減期の短いPb214とBi214が密閉した容器中で短時間に崩壊消滅するためと解釈するのが自然。
- * しかし親核種のRn222が容器中にあれば娘核種のPb214、Bi214は供給され続けるはずだが、何故親と娘が分離されている(ように見える)かは興味深い問題。
- * 我々が「奇妙なピーク」を検出した日時は、文部科学省の測定で石垣市内に高い空間線量率が記録された日時(概ね降雨時)とは、必ずしも良い対応を示していないように見える。これは今後検討すべき課題。